



**Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes
L.S.T.M. – U.M.R. 113, CIRAD / INRA / ENSA-M / IRD**

Rapport d'une mission à Madagascar *20 janvier au 2 février 1999*

Tout d'abord, je tiens à remercier très chaleureusement Gilles Chaix et Manon Vincelette pour leur accueil et leur contribution très active au bon déroulement de cette mission.

La mission avait pour objets :

- De prélever des ectomycorhizes dans un essai d'inoculation mis en place à la station de Mahaela (centre Est de Madagascar) afin d'effectuer un contrôle moléculaire de l'installation des souches introduites en pépinière avant la plantation.
- De réaliser des observations sur les mycorhizes et les champignons ectomycorhiziens dans les taillis d'*Eucalyptus robusta* à proximité d'Antananarivo.
- De confirmer les observations concernant les ectomycorhizes des familles endémiques malgaches, de récolter du matériel (si possible isoler des souches) afin de pouvoir initier un programme de recherche plus conséquent sur ces ectomycorhizes nouvellement découvertes.



Déroulement de la mission

- Mercredi 20/01/1999 : - Trajet Montpellier-Antananarivo
- Jeudi 21/01/1999 : - Rendez-vous avec : J.F. Rivière, représentant de l'IRD à Madagascar
J.L. Messenger, délégué du CIRAD à Madagascar
Y. Rabenantoandro, Directrice Scientifique du FOFIFA
- Vendredi 22/01/1999 : - Visite de la station de Mahaela
- Visite du verger à graine d'*Eucalyptus*
- Visite de divers essais
- Samedi 23/01/1999 : - Prospection des ectomycorhizes dans des taillis d'*Eucalyptus robusta*
- Dimanche 24/01/1999 : - Trajet Antananarivo-Fort Dauphin
- Prise de contact avec QIT Minerals Madagascar,
- Lundi 25/01/1999 : - Visite de la station de Mandena et de plusieurs sites forestiers gérés par QMM
- Mardi 26/01/1999 : - Visite de la forêt de Petriki
- Mercredi 27/01/99 : - Visite de trois sites forestiers à Sainte Luce
- Visite du "Site 4" (essais au champ de QMM)
- Jeudi 28/01/1999 : - Visite de la forêt d'Ambatorongorongo (alt. 425 m.)
- Vendredi 29/01/1999 : - Visite des parcelles expérimentales et de la pépinière de la Fanjahira
- Samedi 30/01/1999 : - Visite de peuplements naturels à *Dyopsis decarii* et à *Alluaudia procera*
- Trajet Fort Dauphin-Antananarivo
- Dimanche 31/01/1999 : - Conditionnement des échantillons récoltés
- Mise à jour des notes de terrain
- Lundi 01/02/1999 : - Isolement de souches sous hotte à flux laminaire au CNRE
- Rendez-vous avec Mme Rakouth, responsable du laboratoire de physiologie végétale de l'Université de Antananarivo
- Rendez-vous avec Mme Rajoelison, Directrice de l'ESSA forêt.
- Présentation d'une conférence sur les mycorhizes à l'ESSA forêt.
- Mardi 02/02/1999 : - Trajet Antananarivo-Montpellier
Fin de la mission

Principaux résultats obtenus (après analyses des échantillons au LSTM à Montpellier) :

1- Contrôle de la mycorhization dans l'essai d'inoculation d'*Acacia mangium* et *A. crassicarpa* mis en place à la station de Mahaela (figure 1).

- Sous *Acacia crassicarpa*, des sporophores de *Pisolithus* sp. (aff. *albidum*) et des ectomycorhizes jaune vif attribuables à *Pisolithus* sp. ont été trouvées au contact du sol dans les zones d'accumulation de litière (figure 2). Les sporophores ont été trouvés dans les parcelles inoculées par la souche H441 de *Pisolithus* sp. et les témoins. Les ectomycorhizes ont été trouvées dans tous les traitements (H441, COI.007 et Témoin). L'analyse par PRC/RFLP des ITS nucléaires des 9 sporophores récoltés et des 20 ectomycorhizes récoltées dans chaque traitement permet de constater que tous ces échantillons ont un profil PRC/RFLP identique à celui de la souche H441. Par ailleurs, des sporophores de *Pisolithus* sp. récoltés sous *Eucalyptus* sp. dans cette station ont des profils PRC/RFLP des ITS très différents des deux souches introduites dans l'essai (H441 et COI.007). Il semble que la souche H441 soit particulièrement compétitive dans les conditions de Mahaela et qu'elle ait actuellement envahi tous les traitements.
- Sous *Acacia mangium*, un sporophore de *Xerocomus* sp. a été trouvé dans la parcelle témoin (figure 3). Aucun autre sporophore n'a été trouvé dans l'essai à l'époque de la mission. Dans la parcelle témoin, des ectomycorhizes brun-jaune ont été trouvées à proximité du sporophore de *Xerocomus* sp. Des ectomycorhizes jaune vif attribuables à *Pisolithus* sp. ont été trouvées dans tous les traitements (H441, COI.007 et Témoin). Dans le traitement inoculé par la souche H441, des ectomycorhizes blanches, sinueuses, à mycélium frangeant et à odeur sclérodermique typique ont été trouvées. L'analyse moléculaire par PCR/RFLP des ITS des ectomycorhizes jaunes vifs prélevées dans les trois traitements révèle la présence d'un *Pisolithus* sp. ayant un profil PCR/RFLP de l'ITS identique à la souche H441 dans les parcelles inoculées par la souche H441 et Témoin non inoculé. Dans la parcelle inoculée par la souche COI. des PCR/RFLP de l'ITS identique à la souche COI.007. Comme pour *Acacia crassicarpa*, la souche H441 semble particulièrement bien adaptée à l'inoculation d'*Acacia* spp. dans les conditions de la station de Mahaela. Sous *Acacia mangium*, nous observons une diversification naturelle du cortège ectomycorhizien avec la présence d'un *Xerocomus* sp. et d'un *Scleroderma* sp. Cette diversification spontanée et très rapide du cortège ectomycorhizien d'*Acacia mangium* dans une aire d'introduction récente est particulièrement originale et intéressante.



Figure 1 : vue de l'essai d'inoculation d'*Acacia crassicarpa* à Mahaela



Figure 2 : Ectomycorhizes jaune vifs d'*Acacia crassicarpa* attribués à *Pisolithus* sp. souche H441 (après contrôle moléculaire).



Figure 3 : Sporophore de *Xerocomus* sp. récolté à Mahaela sous *Acacia mangium*

2- Observation de la mycorhization spontanée dans les essais de Mahaela et de Moramanga.

Des sporophores de *Pisolithus* sp., *Amanita* sp. et de *Scleroderma verrucosum* . ont été observés sous *Eucalyptus robusta*. Dans les autres plantations nous n'avons rien observé, notamment dans les plantations d'*Acacia* d'*Intsia bijuga* de trois ans.

Les échantillons de *Pisolithus* sp. récoltés ont des profils PCR/RFLP des ITS originaux différents de ceux que nous connaissons d'Afrique, d'Amérique (Etats Unis, Brésil), d'Europe et d'Australie. Des isolats ont été obtenus en culture pure sur MNM gélosé.

Les échantillons d'*Amanita* sp. récoltés sont en cours d'identification en collaboration avec le MNHN de Paris.

3- Prospection des champignons ectomycorhiziens d'*Eucalyptus robusta* dans des plantations autour d'Antananarivo.

Au cours d'une demi journée de prospection dans des taillis d'*Eucalyptus robusta* (figure 4), 40 espèces fongiques ectomycorhiziennes ont été récoltés et mises en herbier (14 Boletales, 10 *Amanita*, 8 *Russula*, 2 *Cantharellus*, 4 *Scleroderma*, 1 *Cortinarius* et 1 *Pisolithus*). Parmi les Boletales, les genres *Rubinoboletus* (figure 5), *Xerocomus*, *Boletus* et *Boletellus* ont été identifiés. *Cantharellus eucalyptorum* (figure 6) et *C. congolensis* (figure 7) ont également été trouvées ; la première espèce fait l'objet d'un commerce important sur Antananarivo ; de même qu'une russule rouge (cf. MG42 et figure 8). L'ensemble des échantillons récoltés a été déposé dans l'herbier mycologique du MNHN de Paris (tableau 1).



Figure 4 : Taillis d'*Eucalyptus robusta* à proximité d'Anjozorobe

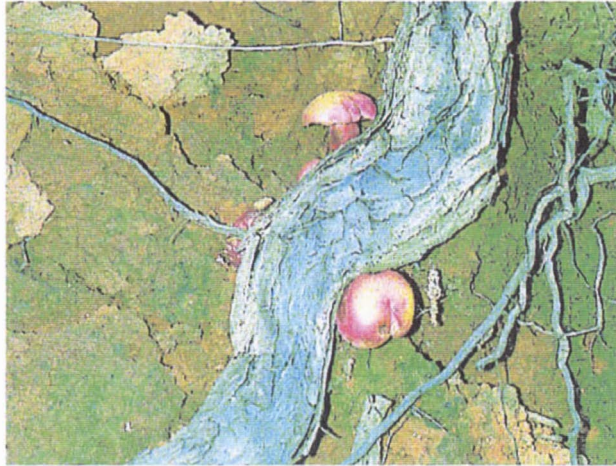


Figure 5 : Sporophores de *Rubinoletus* sp. sur un talus routier sur une racine d'*Eucalyptus robusta*.



Figure 6 : Sporophores de *Cantharellus eucalyptorum* sous *Eucalyptus robusta*. Ce champignon fait l'objet d'un commerce important à Antananarivo.



Figure 7 : Sporophores de *Cantharellus congolensis* prélevés sous *Eucalyptus robusta*



Figure 8 : Sporophores de *Russula* sp. récoltée sous *Eucalyptus robusta*. Ce champignon fait également l'objet d'un commerce important à Antananarivo.

Tableau 1 : liste des échantillons récoltés, première détermination, lieu et date de récolte.

N°Réf.	Genre espèce	Lieu de récolte	Date
MG11	<i>Xerocomus</i> sp1	Falamangua	22/01/99
MG12	<i>Scleroderma</i> sp1	Mahaela	22/01/99
MG13	<i>Rubinoboletus</i> sp1	Mandraque	22/01/99
MG14	<i>Amanita</i> sp1	Ampitambe	22/01/99
MG15	<i>Cantharellus eucalyptorum</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG16	<i>Cantharellus congolensis</i>	Antana1	23/01/99
MG17	<i>Scleroderma verrucosum</i>	Antana1	23/01/99
MG18	<i>Rubinoboletus</i> sp2	Antana1	23/01/99
MG19	<i>Boletus</i> sp1	Anjozorobe	23/01/99
MG20	<i>Amanita</i> sp2	Anjozorobe	23/01/99
MG21	<i>Amanita</i> aff. <i>rubescens</i>	Antana1	23/01/99
MG22	<i>Xerocomus</i> sp2	Antana3	23/01/99
MG23	<i>Amanita</i> aff. <i>citrina</i>	Antana3	23/01/99
MG24	<i>Pisolithus albidum</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG25	<i>Scleroderma cepa</i>	Antana2	23/01/99
MG26	<i>Boletus</i> aff. <i>cyanopus</i>	Antana3	23/01/99
MG27	<i>Rubinoboletus</i> sp3	Antana4	23/01/99
MG28	<i>Boletus</i> sp2	Antana1	23/01/99
MG29	<i>Boletellus</i> sp1	Antana3	23/01/99
MG30	<i>Xerocomus</i> sp3	Antana3	23/01/99
MG31	<i>Cortinarius</i> sp1	Antana1	23/01/99
MG32	<i>Amanitopsis</i> sp1	Antana3	23/01/99
MG33	<i>Russula</i> sp1	Antana1	23/01/99
MG34	<i>Russula</i> sp2	Anjozorobe	23/01/99
MG35	<i>Amanita</i> aff. <i>phalloides</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG36	<i>Russula</i> sp3	Antana1	23/01/99
MG37	<i>Amanitopsis</i> aff. <i>luteolus</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG38	<i>Boletus</i> sp3	Anjozorobe	23/01/99
MG39	<i>Russula</i> sp4	Anjozorobe	23/01/99
MG40	<i>Russula</i> sp5	Antana1	23/01/99
MG41	<i>Russula</i> sp6	Antana1	23/01/99

(Tableau 1 suite)

MG42	<i>Russula</i> sp7	Anjozorobe	23/01/99
MG43	<i>Xerocomus</i> sp4	Antana1	23/01/99
MG44	<i>Amanita</i> aff. <i>luteolus</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG45	<i>Boletus</i> sp4	Anjozorobe	23/01/99
MG46	<i>Russula</i> sp8	Anjozorobe	23/01/99
MG47	<i>Amanita</i> <i>bojeri</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG48	<i>Boletellus</i> sp2	Antana1	23/01/99
MG49	<i>Amanita</i> sp3	Anjozorobe	23/01/99
MG50	<i>Scleroderma</i> sp1	Anjozorobe	23/01/99

L'isolement de nouvelles souches a été essayé, notamment pour *Cantharellus eucalyptorum* qui représente localement un enjeu économique important. Des prélèvements de racines ont également été effectués afin de déterminer la présence éventuelles d'infections mycorhiziennes arbusculaires, de caractériser des ectomycorhizes de *Cantharellus*, *Xerocomus* et *Russula* aux plans morpho-anatomique et moléculaire.

4- Type mycorhizien de 77 espèces présentes dans les forêts de Mandena, Sainte Luce et Petriki.

Les types mycorhiziens ont été déterminés sur des racines fines prélevées *in situ* après coloration au bleu Trypan dans le lactophénol (Philips et Hayman, 1970) et observation au microscope optique (obj. 10 et 40). Les résultats sont récapitulés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Type mycorhizien ; mycorhizien arbusculaire (MA) ou ectomycorhizien (EC) de 77 espèces présentes dans les forêts de Mandena, Petriki, Sainte Luce et Androye.

Espèce Famille	Lieu de récolte	MA/EC
<i>Podocarpus madagascarensis</i>	Podocarpaceae	Sainte Luce MA
<i>Cinnamosmum madagascarensis</i>	Canellaceae	Petriki MA
<i>Cinnamosmum</i> sp1.	"	Mandena MA
"	"	Petriki MA
<i>Brochoneura acuminata</i>	Myristicaceae	Mandena MA
<i>Tambourissa</i> sp1.	Monimiaceae	Mandena MA
<i>Aspidostemon eliotii</i>	Lauraceae	Petriki MA
<i>Nepenthes madagascarensis</i>	Nepenthaceae	Sainte Luce MA
<i>Myrica spathulata</i>	Myricaceae	Mandena MA+
<i>Mollugo decandra</i>	Molluginaceae	Petriki MA
<i>Alluaudia procera</i>	Didieraceae	Androye MA&EM
<i>Dilenia triquetra</i>	Dilleniaceae	Mandena MA
<i>Asteropeia micraster</i>	Asteropeiaceae	Mandena EC
"	"	Petriki EC
<i>Asteropeia multiflora</i>	"	Mandena EC
"	"	Sainte Luce EC
<i>Campilospermum obtusifolium</i>	Ochnaceae	Mandena NM
<i>Eliea articulata</i>	Clusiaceae	Mandena MA+
<i>Psorospermum revolutum</i>	"	Mandena MA
<i>Grewia</i> sp1.	Tilliaceae	Petriki MA
<i>Dombeya mandenesis</i>	Sterculiaceae	Mandena MA
<i>Rhopalocarpus coriaceus</i>	Sphaerosepalaceae	Sainte Luce EC
<i>Sarcolaena multiflora</i>	Sarcolaenaceae	Mandena EC
"	"	Sainte Luce EC
<i>Sarcolaena eriophora</i>	"	Mandena EC

(Tableau 2 suite)

Leptolaena multiflora
Leptolaena pauciflora

Leptolaena sp1.
Leptolaena sp2.
Schizolaena elongata
Schizolaena exinvolucrata
Trema orientalis
Aphloia theiformis
Homalium albiflorum
Ludia glaucocarpa
Donella delphinensis
Diospiros sp1.

Brexia sp1.
Bauhinia madagascariensis
Cadia cammersoniana
Cadia cinerisoniana
Intsia bijuga

Calliandra sp1.
Cynometra sp1.
Dalbergia maritima
Eligmocarpus cynometroides
Phylloxylon xylophyloides
Stephanodaphne cremostachya
Eucalyptus cloesiana
Eucalyptus camaldulensis
Eucalyptus robusta
Eucalyptus sp1.
Melaleuca leucodendron
Memecylon delphinensis
Blotia oblongifolia
Croton louvelii

Drypetes madagascariensis
Meineckia websterii

Phyllanthus sp1.

Phyllanthus sp2.
Uapaca littoralis

Uapaca ferruginea
Astrotrichillia elliotii
Malleastrum mandenensis
Vepris eliotii

Cuphocarpus aculeatus
Anthocleista longifolia
Strichnos spinoza
Cabucala torulosa
Carissa edulis
Catharanthus sp1.
Cerbera venenifera
Olea lanceolata

Ulmaceae
Flacourtiaceae

Sapotaceae
Ebenaceae

Grossulariaceae
Caesalpiniaceae

Fabaceae

Thymeleaceae
Myrtaceae

Melastomataceae
Euphorbiaceae

Uapacaceae

Meliaceae

Rutaceae

Araliaceae
Loganiaceae

Apocynaceae

Oleaceae

Mandena	EC
Sainte Luce	EC
Mandena	EC
Mandena	EC
Mandena	EC
Mandena	EC
Mandena	EC
Petriki	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Petriki	MA
Mandena	MA
Petriki	MA
Sainte Luce	(MA)
Mandena	MA
Petriki	MA
Petriki	MA
Mandena	EC
Petriki	EC
Sainte Luce	EC
Petriki	MA
Mandena	(MA)
Mandena	MA
Petriki	MA
Petriki	MA
Mandena	MA
Petriki	MA&EC
Petriki	MA&EC
Mandena	MA&EC
Petriki	MA&EC
Mandena	MA&EC
Mandena	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Petriki	MA
Petriki	MA
Mandena	MA
Petriki	MA
Petriki	MA
Mandena	EC
Sainte Luce	EC
Mandena	EC
Mandena	MA+
Mandena	(MA)
Petriki	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Petriki	MA
Mandena	(MA)
Petriki	MA
Mandena	MA
Mandena	MA
Mandena	MA

(Tableau 2 suite)

<i>Ophiocolea delphinensis</i>	Bignoniaceae	Mandena	MA+
<i>Phyllarthron ilicifolium</i>	"	Mandena	MA
<i>Gaertnera sp1.</i>	Rubiaceae	Mandena	(MA)
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Mandena	MA
<i>Pluchea sp1.</i>	"	Mandena	MA
<i>Vernoniopsis caudata</i>	"	Mandena	MA+
<i>Flagelaria indica</i>	Flagellariaceae	Petriki	MA
<i>Ravenala madagascarensis</i>	Strelitzaceae	Mandena	MA
<i>Dracena bakeri</i>	Agavaceae	Petriki	MA
"	"	Mandena	MA
<i>Tacca leontopetaloides</i>	Taccaceae	Petriki	MA
<i>Cynorkis elata</i>	Orchidaceae	Mandena	MA+

Six familles (Caesalpinaceae, Myrtaceae, Uapacaceae) dont trois endémiques de Madagascar (Asteropeiaceae, Sphaerosepalaceae, Sarcolaenaceae) sont à ectomycorhizes (figure 9). Il s'agit dans tous les cas d'espèces ligneuses arborescentes ou arbustives. Au total, 18 espèces examinées présentent des ectomycorhizes. Parmi ces espèces, 5 présentent également des mycorhizes arbusculaires. Parmi les 60 autres espèces, 59 présentent des structures caractéristiques des mycorhizes arbusculaires (arbuscule, vésicule, spore, hyphe pelotonné, cellules auxilliaires). Une espèce, *Campilospermum obtusifolium* (Ochnaceae) ne présente dans ses racines aucune structure mycorhizienne. Une autre espèce, *Alluaudia procera* présente, en plus d'une infection mycorhizienne arbusculaire classique, une structure fongique endocellulaire indéterminée très caractéristique (figure 10). Parmi les 59 espèces strictement mycorhiziennes arbusculaires (figure 11), 6 présentent des infections très denses et régulières ; 5 présentent uniquement des traces de présence de mycorhizes arbusculaires ; les 48 autres espèces présentent des infection mycorhiziennes arbusculaires variables en fréquence et en intensité.

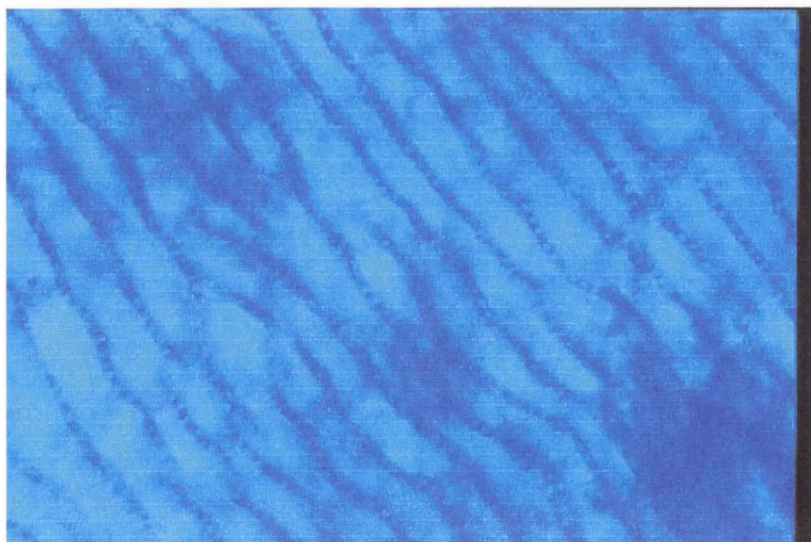


Figure 9 : Vue faciale d'un réseau de Hartig de *Sarcolaena multiflora* avec un champignon indéterminé (prélèvement effectué à Mandena)



Figure 10 : Structure caractéristique du champignon endoracinaire observé dans les racines d'*Alluaudia procera*.

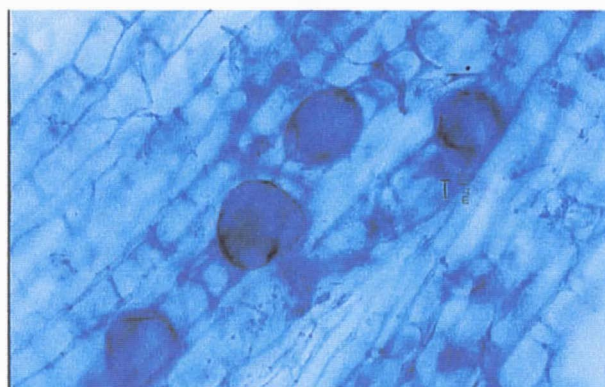


Figure 11 : Infection du cortex racinaire de *Dilenia triquetra* par un champignon mycorhizien arbusculaire. Vésicules et hyphes endoracinaires.

5- Prospection des champignons ectomycorhiziens dans les forêts de Petriki, Mandena, Sainte Luce, Ambatorongorongo et des plantations de Petriki et de la Fanjahira.

Cette première mission a permis de faire une première récolte de champignons ectomycorhiziens (bien que la période n'ait pas été idéale, compte tenu de la pluviométrie encore faible pour la saison) et de former localement des personnes à la récolte et au conditionnement des champignons ectomycorhiziens, afin de compléter les observations mentionnées dans le tableau 3.

Tableau 3 : première détermination des sporophores récoltés dans les forêts de Petriki, Mandena, Sainte Luce, Ambatorongorongo et dans les plantations de Petriki et de la Fanjahira.

Espèce	Arbre hôte	Lieu de récolte	Date
<i>Amanita</i> sp.	<i>Intsia bijuga</i>	Mandena	25/01/99
<i>Boletus</i> sp1.	<i>Leptolaena pauciflora</i>	Sainte Luce	27/01/99

(Tableau 3 suite)

<i>Boletus</i> sp2.	<i>Leptolaena pauciflora</i>	Sainte Luce	27/01/99
<i>Clavaria</i> sp.	<i>Intsia bijuga</i>	Mandena	25/01/99
<i>Cortinarius</i> sp1.	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Entoloma</i> sp1.	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Entoloma</i> sp2.	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Gloeocantharellum</i> sp novo	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Gomphaceae</i> ?	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Pisolithus albidum</i>	<i>Eucalyptus</i> spp.	Fanjahira	28/01/99
<i>Pisolithus</i> sp1.	<i>Eucalyptus</i> sp.	Pl. Petriki	26/01/99
<i>Pisolithus</i> sp2.	<i>Schizolaena elongata</i>	Mandena	29/01/99
<i>Russula discopus</i>	<i>Sarcolaena eriophora</i>	Mandena	25/01/99
<i>Russula</i> sp1.	<i>Sarcolaena multiflora</i>	Mandena	25/01/99
<i>Russula</i> sp2.	<i>Sarcolaena multiflora</i>	Mandena	25/01/99
<i>Russula</i> sp3.	<i>Leptolaena</i> sp.	Mandena	25/01/99
<i>Scleroderma</i> sp1	Ind.	Ambato	27/01/99
<i>Scleroderma</i> sp2	<i>Asteropeia micraster</i>	Mandena	25/01/99
<i>Sclerodermataceae</i> ?	Ind.	Ambato	27/01/99

Compte tenu du faible cumul pluviométrique à l'époque de la mission, la diversité des champignons récoltés est tout à fait remarquable. Les récoltes réalisées par la suite par Caroline Bourgeois et Laurent Randrihasipara ont confirmé ces données. En effet, depuis, sur une seule station, Mandena, plus de soixante espèces de champignons ectomycorhiziens ont été récoltées. Quelques exemples de sporophores récoltés sont présentés dans les figures 12 à 17.



Figure 12 : Sporophores de *Boletus* sp. sous *Leptolaena pauciflora*.



Figure 13 : Sporophores de *Cortinarius* sp. récoltés dans la forêt d'Ambatorongongo.



Figure 14 : Sporophore de *Pisolithus* sp. sous *Schizolaena elongata*.



Figure 15 : Sporophores de *Pisolithus* sp. sous *Eucalyptus* sp.



Figure 16 : Sporophore de *Russula disocpus* sous *Sarcoleana eriophora*.



Figure 17 : Sporophore de *Gloeocantharellum* sp. *novo* récolté dans la forêt d'Ambatorongorongo.

6- Récapitulatif des essais d'isolement de souches.

A l'exception des *Russula* spp., la plupart des sporophores récoltés ont fait l'objet d'essais d'isolement sur différents milieu de culture (MNM, BAF et 5M) contenant une solution de 3 antibiotiques (Chloramphénicol, Streptomycine et Kanamycine, 1/1/1 poids/volume) à 3 g/L en concentration finale. Certains isolats n'ont jamais poussé, d'autres ont émis quelques hyphes

puis leur croissance a stoppé, d'autres ont été contaminés. La liste des souches repiquées régulièrement et entretenues dans la collection du LSTM est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Numéro de référence de la souche, espèce, hôte présumé, lieu et date de récolte.

N°Réf.	Espèce	Hôte	Lieu	Date
MG2	<i>Pisolithus albidum</i>	<i>Acacia crassicaarpa</i>	Mahaela	22/01/99
MG9	<i>Pisolithus</i> sp1	<i>Eucalyptus robusta</i>	Mahaela	22/01/99
MG13	<i>Rubinoletus</i> sp1	<i>Eucalyptus robusta</i>	Mandraque	22/01/99
MG15br	<i>Cantharellus eucalyptorum</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG15w	<i>Cantharellus eucalyptorum</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG16	<i>Cantharellus congolensis</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Antana1	23/01/99
MG23	<i>Amanita</i> aff. <i>citrina</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Antana3	23/01/99
MG44	<i>Amanita</i> aff. <i>luteolus</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG47	<i>Amanita bojeri</i>	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG48	<i>Boletellus</i> sp2	<i>Eucalyptus robusta</i>	Antana1	23/01/99
MG49	<i>Amanita</i> sp3	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG50	<i>Scleroderma</i> sp1	<i>Eucalyptus robusta</i>	Anjozorobe	23/01/99
MG85	<i>Pisolithus</i> sp2	<i>Eucalyptus</i> sp.	Petriki	25/01/99
MG86	<i>Pisolithus</i> sp2	<i>Eucalyptus</i> sp.	Petriki	25/01/99

Quatorze souches appartenant à 12 espèces fongiques ont été isolées avec succès.

Conclusion

Les contrôles de la mycorhization dans les essais mis en place avec *Acacia mangium* et *A. crassicaarpa* à Mahaela nous ont permis de mettre en évidence l'importance, notamment pour *A. crassicaarpa* d'un contrôle moléculaire *in situ* des souches fongiques en symbiose pour l'interprétation des données de croissance. Pour *A. mangium*, un premier contrôle visuel a permis de mettre en évidence une diversification spontanée du cortège ectomycorhizien. Les contrôles moléculaires ont permis de confirmer la présence des souches introduites en pépinière et la contamination de la parcelle témoin par la souche H441.

Dans les autres essais de cette station, nous avons trouvé très peu de champignons ectomycorhiziens ; cela est très probablement dû à une pluviométrie trop faible.

Une prospection des champignons ectomycorhiziens dans les plantations d'*Eucalyptus robusta* à proximité d'Antananarivo nous a permis de récolter en 1 visite 40 espèces différentes sur 9 sites. La diversité des champignons ectomycorhiziens associée à une espèce exotique est tout à fait exceptionnelle. L'origine de cette diversité (locale ou introduite) est encore inconnue. Des projets de recherches qui nous permettront de mieux comprendre et valoriser cette diversité sont en cours d'élaboration notamment avec l'Université d'Antananarivo, le FOFIFA et le MNHN de Paris.

Parmi les 77 espèces dont nous avons déterminé l'état mycorhizien, nous avons identifié pour la première fois 3 familles botaniques, endémiques de Madagascar à ectomycorhizes ; la dernière famille d'arbre à ectomycorhizes a été décrite en 1964. L'importance des ectomycorhizes dans les forêt malgaches est révélée ici pour la première fois. La diversité génétique et l'origine des champignons ectomycorhiziens associés à ces espèces est encore totalement inconnue.

Enfin, la collection de souche de champignons ectomycorhiziens du LSTM a été enrichie de 14 nouveaux isolats dont la caractérisation est en cours.

Sur la base des observations réalisées, des résultats obtenus au cours de cette mission et des collaborations initiées un projet d'article (annexe) a été soumis pour publication à la revue "Nature". D'autres articles sont en cours d'élaboration.

ANNEXE

Marc Ducousso*, Bart Buyck†, Guillaume Eyssartier‡, Manon Vincelette‡,
Laurent Randrihasipara‡ and Bernard Dreyfus*

* : Laboratoire des Symbioses tropicales et Méditerranéennes, UMR 113,
CIRAD/IRD/AGRO_M/INRA, B.P. 5035, Baillarguet, 34032 Montpellier Cedex,
France.

E-mail : marc.ducousso@cirad.fr

† : Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, 12 rue Buffon, 75005
Paris, France.

‡ : QIT Madagascar Minerals S.A., B.P. 4003, Antananarivo 101, Madagascar.

Title :

Discovery of ectomycorrhizae in Malagasy endemic trees

Texte : (574 words)

The discovery, here reported, that many dominant trees and shrubs of Madagascar's eastern coast and central plateau are ectomycorrhizal has far reaching implications for the management and conservation of the island's unique biodiversity. With the exception of *Intsia bijuga* (Caesalpiniaceae), all malagasy ectomycorrhizal trees and shrubs are endemic. A strong link between ectomycorrhizal habit and endemism is further suggested by the fact that all sampled members in the most diverse endemic plant families (Asteropeiaceae, Sarcolaenaceae and Sphaerosepalaceae) are ectomycorrhizal.

Madagascar is one of the world's top conservation priorities, in part because of its exceptionally rich and highly threatened flora. Apart from an estimated 80% endemism in the vascular plant flora (Lowry et al., 1997), it also has one of the

highest concentrations of endemic plant families : 8 families represented by a total of 17 genera totalling ca. 90 species (Schatz et al., 1997, 1998).

Despite efforts to preserve the island's remarkable biodiversity, the overall degradation and destruction of natural habitats is still accelerating even though very little of the complexity of these unique ecosystems is understood.

The occurrence and types of root symbiosis have never been investigated in the Malagasy flora. Typical ectomycorrhizal fungi were reported more than 60 years ago (Heim, 1938), but no link with particular host genera was suggested. Frequent occurrence of individuals of these typical ectomycorrhizal fungi on living or dead wood was instead interpreted as a tendency towards saprophytism or parasitism in the tropics. The idea that ectotrophy is a phenomenon typical of temperate and colder climates and thus "a poor option for the tropical agaric" (Hedger, 1985) remained widely accepted until some 15 years ago. Since then, ectomycorrhiza have been demonstrated in more than 50 species of tropical African trees, including some Euphorbiaceae (*Uapaca*), Dipterocarpaceae (*Monotes*, *Marquesia*), Proteaceae (*Faurea*), Gnetaceae (*Gnetum*) and especially Caesalpiniaceae (12 genera in tribe Amherstiae ; *Afzelia* in tribe Detariae). Ongoing mycological inventories underline the exceptional diversity of the associated ectomycorrhizal fungi (Buyck et al., 1996).

Most of these tree genera do not occur in Madagascar with the exception of *Monotes* (one endemic species) and *Uapaca* (ca 15 species previously studied in Madagascar, all endemic). In 1996-97, Buyck (unpubl.) collected for the first time well-developed

ectomycorrhizae in Madagascar for several endemic *Uapaca* (*U. densifolia*, *U. Bojeri*, *U. louvelii*, *Uapaca* sp.1). These observations have now been extended to several other *Uapaca*, but more importantly, ectomycorrhizae with a well developed Hartig net and a thick fungal mantle are here reported for the first time from species of the three largest endemic plant families (Asteropeiaceae, Sarcolaenaceae and Sphaerosepalaceae). The ectomycorrhizal habit of these trees and shrubs is also reflected by their gregarious habit. If, as can be expected, ectotrophy proves to be characteristic at the genus level, ca. 70 endemic tree species would be ectotrophic in Madagascar.

Successful conservation and future management of members of these endemic families - in a very real sense the « most endemic of the endemic » - will depend on the continued presence of both ectomycorrhizal partners. Underestimation of the importance and specificity of the fungal component in developing an adequate conservation strategy for these endemic trees in Madagascar would be a potentially catastrophic error. One fact is already evident: protection and conservation of these endemic plants and their associated mycoflora will require rapid establishment and effective management of new conservation zones, as most of the areas where these endemic ectotroph trees occur now fall outside the protected areas network.

References : (6)

- (1) Buyck, B., D. Thoen & R.Watling, 1996(for 1994) -- Ectomycorrhizal fungi of the Guinea-Congo Region. In: Alexander, I.J., M.D.Swaine & R.Watling (Eds.) Essays on the ecology of the Guinea-Congo rain forest, Vol. 104 of Proceedings B : 313-333. Edinburgh: The Royal Soc. of Edinburgh.
- (2) Hedger, J.N. 1985. Tropical agarics: resource relations and fruiting periodicity. In: Moore, D., L.A. Casselton & J.C. Frankland (Eds.) Developmental biology of higher fungi, pp.41-86. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- (3) Heim, R. 1938. Prodrôme à une flore mycologique de Madagascar et dépendances.1. Les lactario-russulés du domaine oriental de Madagascar: essai sur la classification et la phylogénie des Astérosporaes. 196pp., 59 fig., 4 pl. Paris.
- (4) Lowry II, P.P., G.E. Schatz & P.B. Phillipson. 1997. The classification of Natural and Anthropogenic Vegetation in Madagascar. In: Goodman, S.M. & B.D.Patterson (Eds.). Natural Change and Human Impact in Madagascar, pp. 93-122. Washington: Smithsonian Inst. Press
- (5) Schatz, G.E., P.P.Lowry II & A-E Wolf. 1998. Endemic families of Madagascar. I. A synoptic revision of *Melanophylla* Baker (Melanophyllaceae). Adansonia 20: 233-242.
- (6) Schatz, G.E., P.P.Lowry II & A-E Wolf. 1999. Endemic families of Madagascar. II. A synoptic revision of Sphaerosepalaceae. Adansonia 21: 107-123.

Figure legends :

Figure 1 : The endemic *Cantharellus decolorans* is ectomycorrhizal with several *Uapaca* species in humid mountain forest.

Figure 2 : Facial view of the Hartig net of an ectomycorrhiza formed by an undetermined ectomycorrhizal fungus on *Sarcolaena multiflora*.



